

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Teruo OKADA**

Group Art Unit: **Not Yet Assigned**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Examiner: **Not Yet Assigned**

Filed: **March 30, 2004**

For: **SWITCHING POWER SUPPLY CIRCUIT AND OVERCURRENT PROTECTION
METHOD FOR THE SWITCHING POWER SUPPLY CIRCUIT**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: March 30, 2004

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2003-133212, filed May 12, 2003

Japanese Appln. No. 2003-419572, filed December 17, 2003

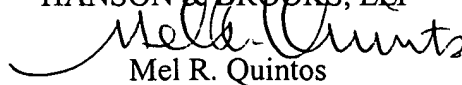
In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, KRATZ, QUINTOS,
HANSON & BROOKS, LLP


Mel R. Quintos

Attorney for Applicant

Reg. No. 31,898

MRQ/jaz
Atty. Docket No. **040160**
Suite 1000
1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
(202) 659-2930



23850

PATENT TRADEMARK OFFICE

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 5月12日
Date of Application:

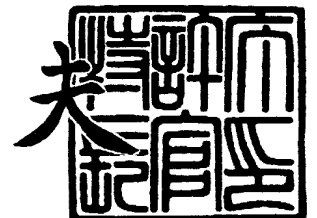
出願番号 特願2003-133212
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-133212]

出願人 太陽誘電株式会社
Applicant(s):

2004年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3015470

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP02-0153

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02M 3/155

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社
社内

【氏名】 岡田 輝雄

【特許出願人】

【識別番号】 000204284

【氏名又は名称】 太陽誘電株式会社

【代理人】

【識別番号】 100071054

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 高久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006460

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スイッチング電源回路およびその過電流保護方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定周期のクロックパルスに基づき生成される駆動パルスにより入力電源をオンオフ制御するスイッチング素子を有し、該スイッチング素子のオン制御により前記入力電源から負荷に対して電流を流し、該スイッチング素子のオフ制御により前記負荷に対してフライホイール電流を流すスイッチング電源回路において、

前記スイッチング素子を流れる電流が所定の値を越えたことを検出する過電流検出手段と、

前記フライホイール電流を検出するフライホイール電流検出手段と、

前記過電流検出手段の検出出力に基づき前記スイッチング素子をオフ制御する過電流保護動作を行うとともに、該過電流保護動作時には、前記フライホイール電流検出手段により検出された前記フライホイール電流が略零になった後のクロックパルスのタイミングで前記スイッチング素子をオン制御する過電流保護回路と

を具備することを特徴とするスイッチング電源回路。

【請求項 2】 前記フライホイール電流検出手段は、

フライホイール電流路に設けられた電流検出抵抗の出力に基づき前記フライホイール電流を検出する

ことを特徴とする請求項 1 記載のスイッチング電源回路。

【請求項 3】 前記フライホイール電流検出手段は、

フライホイール電流路に設けられ、前記スイッチング素子に同期してオンオフ制御される第 2 のスイッチング素子のオン抵抗を利用して前記フライホイール電流を検出する

ことを特徴とする請求項 1 記載のスイッチング電源回路。

【請求項 4】 前記フライホイール電流検出手段は、

フライホイール電流路に設けられ、前記スイッチング素子に同期してオンオフ制御される第 2 のスイッチング素子とカレントミラー回路を構成する第 3 のスイ

スイッチング素子を有し、

前記第3のスイッチング素子を流れる電流に基づき前記フライホイール電流を検出する

ことを特徴とする請求項1記載のスイッチング電源回路。

【請求項5】 所定周期のクロックパルスに基づき生成される駆動パルスにより入力電源をオンオフ制御するスイッチング素子を有し、該スイッチング素子のオン制御により前記入力電源から負荷に対して電流を流し、該スイッチング素子のオフ制御により前記負荷に対してフライホイール電流を流すスイッチング電源回路の過電流保護方法において、

前記スイッチング素子を流れる電流が所定の値を越えたことを過電流検出手段により検出するとともに、

前記フライホイール電流をフライホイール電流検出手段により検出し、

前記過電流検出手段の検出出力に基づき前記スイッチング素子をオフ制御する過電流保護動作を行い、

該過電流保護動作時には、前記フライホイール電流検出手段により検出された前記フライホイール電流が略零になった後の前記クロックパルスのタイミングで前記スイッチング素子をオン制御する

ことを特徴とするスイッチング電源回路の過電流保護方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、スイッチング電源回路およびその過電流保護方法に関し、特に過電流からの回路素子等の破壊を確実に保護するようにしたスイッチング電源回路およびその過電流保護方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図7は、従来のスイッチング電源回路の一例を示す回路図である。

【0003】

図7に示すスイッチング回路は、降圧型DC-DCコンバータを構成するもの

で、入力電源 10 から出力される直流電源電流をスイッチング素子である電界効果トランジスタ（以下トランジスタという）20 をコントロール回路 100 からの駆動パルス DP' によりオン、オフ制御することにより降圧し、これをインダクタ 30、ダイオード 40 からなる整流回路で整流して出力端子 50 から出力するものである。

【0004】

ここで、コンデンサ 60 は、出力端子 50 から出力される直流電圧を平滑するものであり、また、抵抗 70 および抵抗 80 は、出力端子 50 から出力される直流電圧を分圧して検出するもので、この抵抗 70 および抵抗 80 により検出された検出電圧はフィードバック信号 FB としてコントロール回路 100 に加えられる。

【0005】

コントロール回路 100 は、PWM（パルス幅変調）回路 110 および過電流保護回路 120 を具備して構成されており、PWM 回路 110 は、フィードバック信号 FB に基づきトランジスタ 20 をオン、オフ制御するための駆動パルス DP（PWM パルス）を所定周期のクロックパルス CK に同期して生成する。

【0006】

また、過電流保護回路 120 は、トランジスタ 20 を流れる電流 I-H を常に監視し、トランジスタ 20 を流れる電流 I-H が予め設定した所定値を越えると PWM 回路 110 から出力される駆動パルス DP をマスクしてトランジスタ 20 をオフに制御するように動作する。

【0007】

なお、図 7 において、I-L は、トランジスタ 20 がオフ制御されたときに、ダイオード 40、インダクタ 30 を経由して流れるフライホール電流を示す。

【0008】

図 8 は、図 7 に示したスイッチング電源回路の過電流保護回路 120 の一例を示す回路図、図 9 は、図 8 に示した過電流検出回路 121 の一例を示した回路図、図 10 は、図 7 乃至図 9 に示した回路の動作を示すタイミングチャートである。

【0009】

図9において、トランジスタ20を流れる電流 $I-H$ は、抵抗 $R1$ およびトランジスタFET1を含む回路により検出される。

【0010】

すなわち、図9において、トランジスタ20およびトランジスタFET1のゲートには、端子T2からトランジスタ20をオン、オフ制御するための駆動パルス DP' が共通に加えられて、トランジスタ20およびトランジスタFET1はカレントミラー回路を構成しており、抵抗 $R1$ には、トランジスタ20を流れる電流 $I-H$ に対応する電流 $I-H$ の n 分の1の電流 $(I-H)/n$ が流れる。

【0011】

したがって、抵抗 $R1$ とトランジスタFET1との接続点からトランジスタ20を流れる電流 $I-H$ に対応する検出電圧 VId を得ることができる。

【0012】

この検出電圧 VId は、コンパレータCOに加えられ、コンパレータCOでこの検出電圧 VId と入力電源10の電圧 Vin から過電流を検出するための所定の基準電圧 $V1$ を引いた電圧 $(Vin-V1)$ とを比較する(図10(a)参照)。

【0013】

ここで、検出電圧 VId が電圧 $(V0-V1)$ より小さくなると、すなわち、トランジスタ20を流れる電流 $I-H$ が所定の値より大きくなると、コンパレータCOから過電流検出信号OCDが出力される(図10(b)参照)。

【0014】

この過電流検出信号OCDは、図10(b)参照に示すように、通常はローレベルであるが、トランジスタ20を流れる電流 $I-H$ が所定の値を越えるとハイレベルとなる信号である。

【0015】

過電流検出回路121から出力された過電流検出信号OCDは、図9に示す端子T1から出力され、図8に示すフリップフロップ123のセット端子Sに加えられる。

【0016】

フリップフロップ123は、そのリセット端子Rに、端子122からPWM回路110で用いられたクロック信号CKが加えられており、その反転出力端子からは、過電流検出信号OCDがローレベルのときはハイレベルとなるが、過電流検出信号OCDがハイレベルとなるとローレベルとなるゲート信号GSを発生する(図10(e)参照)。このゲート信号GSは、アンド回路125に加えられる。

【0017】

アンド回路125には、他の入力端子に、端子124からPWM回路110から出力された駆動パルスDP(図10(d)参照)が加えられており、これにより、アンド回路125は、過電流検出信号OCDがハイレベルになると、PWM回路110から出力された駆動パルスDPをマスク、すなわち、PWM回路110から出力された駆動パルスDPの出力を禁止する(図10(f)参照)。

【0018】

このアンド回路125の出力は、インバータ126で反転されて、トランジスタ20をオン、オフ制御するための駆動パルスDP'として端子127から出力される(図10(g)参照)。

【0019】

なお、図10の(e)に示した期間Tocpがこの過電流保護回路120の動作期間である。

【0020】

また、上記回路例においては、トランジスタ20としてPチャネルMOSを使用しているため、駆動パルスDP'がローレベルのときトランジスタ20はオン制御される。

【0021】

ところで、上記従来の過電流保護回路120には、図11に示すような不都合がある。

【0022】

すなわち、トランジスタ20をオン、オフ制御する駆動パルスDP'には、回

路性能的な限界から、最小デューティが決まっており、駆動パルス DP' をローレベルに維持することができるオンデューティ時間は、図 11 (f) に示すように、その最小値が T_{min} に制限される。

【0023】

このため、例えば、図 11 (g) に示すように、負荷短絡等により出力電圧が零になり、トランジスタ 20 を流れる電流 $I-H$ が予め設定した所定値 V_{ocp} を越えても (図 11 (a) 参照)、この最小オンデューティ時間 T_{min} の間では、直ちにトランジスタ 20 がオフにならない。また、この電流 $I-H$ が、インダクタ 30 の飽和電流 I_{sa} を越えると、電流 $I-H$ は急激に立ち上がる。

【0024】

そして、過電流保護回路 120 が動作した状態で、次のクロックパルス CK が立ち上がるときに、図 11 (a) で点線で示すようにフライホール電流 $I-L$ が十分に減衰していないと、インダクタ 30 に電流重畳が起こり (図 11 (a) 参照)、これらの現象により最悪の場合は回路が破壊してしまう虞がある。

【0025】

このことは、クロックパルス CK の周波数が数 MHz と高く設定され、かつ負荷が非常に大きい場合等では顕著になる。

【0026】

ところで、上記電流重畳による不都合を解消する技術としては、従来、特許文献 1 および特許文献 2 に開示されたものがある。

【0027】

特許文献 1 に開示されたスイッチング電源回路は、スイッチング周波数を高めた場合における過電流保護回路の動作遅れを防止するために、出力電圧が所定レベルまで低下すると、スイッチング周波数を低下させることにより、過電流状態が検出されてからトランジスタがオフするまで遅延時間による影響を小さくしたものである。

【0028】

また、特許文献 2 に開示されたスイッチング電源回路は、特許文献 1 に開示されたスイッチング電源回路の構成に加えて、短絡時などで更に出力電圧が低下す

ると、過電流の検出レベルを低下させるように制御するものである。

【0 0 2 9】

また、上記電流重畳による不都合を解消する他の技術としては、過電流検出回路で過電流が検出されると、予め設定されたタイマ回路をスタートさせ、このタイマ回路のタイマ時間の間、スイッチング電源回路のスイッチングをオンオフ制御する駆動パルスをマスクする構成が考えられている。

【0 0 3 0】

この構成においても、タイマ回路のタイマ時間を十分長く設定しておけば、上記電流重畳を防止でき、過電流による回路破壊を防止できる。

【0 0 3 1】

【特許文献 1】

特開平 7 - 4 6 8 2 8 号公報

【特許文献 2】

特開平 1 1 - 3 4 1 7 9 1 号公報

【課題を解決するための手段】

しかし、上記特許文献 1 および特許文献 2 に開示されたスイッチング電源回路は、いずれも過電流検出時にスイッチング周波数を低下させるので、応答性が低下するという問題があり、また、タイマ回路を用いた構成においては、タイマ回路タイマ時間の設定が難しく、この設定したタイマ時間が長すぎると、スイッチング電源回路のスイッチング周期が実質的に長くなり、十分な性能が得られないという問題がある。

【0 0 3 2】

また、タイマ回路を用いた構成において、ユーザーが使用するスイッチング電源回路のインダクタの飽和電流値はわからないのが通常であるので、上記タイマ回路タイマ時間は、実際はマージンを見込んでかなり長く設定する必要がある、この場合、

- 1) 起動時間が長くなる
 - 2) 負荷急変に対する応答が遅くなる
- 等の問題が生じる。

【 0 0 3 3 】

そこで、この発明は、起動時間が速く、負荷急変に対する応答に優れ、かつ過電流からの回路素子等の破壊を確実に保護することができるようにしたスイッチング電源回路およびその過電流保護方法を提供することを目的とする。

【 0 0 3 4 】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、請求項 1 の発明は、所定周期のクロックパルスに基づき生成される駆動パルスにより入力電源をオンオフ制御するスイッチング素子を有し、該スイッチング素子のオン制御により前記入力電源から負荷に対して電流を流し、該スイッチング素子のオフ制御により前記負荷に対してフライホイール電流を流すスイッチング電源回路において、前記スイッチング素子を流れる電流が所定の値を越えたことを検出する過電流検出手段と、前記フライホイール電流を検出するフライホイール電流検出手段と、前記過電流検出手段の検出出力に基づき前記スイッチング素子をオフ制御する過電流保護動作を行うとともに、該過電流保護動作時には、前記フライホイール電流検出手段により検出された前記フライホイール電流が略零になった後の前記クロックパルスのタイミングで前記スイッチング素子をオン制御する過電流保護回路とを具備することを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

また、請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記フライホイール電流検出手段は、フライホイール電流路に設けられた電流検出抵抗の出力に基づき前記フライホイール電流を検出することを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

また、請求項 3 の発明は、請求項 1 の発明において、前記フライホイール電流検出手段は、フライホイール電流路に設けられ、前記スイッチング素子に同期してオンオフ制御される第 2 のスイッチング素子のオン抵抗を利用して前記フライホイール電流を検出することを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

請求項 1 記載のスイッチング電源回路。

【 0 0 3 8 】

また、請求項 4 の発明は、請求項 1 の発明において、前記フライホイール電流検出手段は、フライホイール電流路に設けられ、前記スイッチング素子に同期してオンオフ制御される第 2 のスイッチング素子とカレントミラー回路を構成する第 3 のスイッチング素子を有し、前記第 3 のスイッチング素子を流れる電流に基づき前記フライホイール電流を検出することを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 5 の発明は、所定周期のクロックパルスに基づき生成される駆動パルスにより入力電源をオンオフ制御するスイッチング素子を有し、該スイッチング素子のオン制御により前記入力電源から負荷に対して電流を流し、該スイッチング素子のオフ制御により前記負荷に対してフライホイール電流を流すスイッチング電源回路の過電流保護方法において、前記スイッチング素子を流れる電流が所定の値を越えたことを過電流検出手段により検出するとともに、前記フライホイール電流をフライホイール電流検出手段により検出し、前記過電流検出手段の検出出力に基づき前記スイッチング素子をオフ制御する過電流保護動作を行い、該過電流保護動作時には、前記フライホイール電流検出手段により検出された前記フライホイール電流が略零になった後の前記クロックパルスのタイミングで前記スイッチング素子をオン制御することを特徴とする。

【 0 0 4 0 】**【発明の実施の形態】**

以下、この発明に係わるスイッチング電源回路およびその過電流保護方法の実施の形態を添付図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 4 1 】

図 1 は、この発明に係わるスイッチング電源回路およびその過電流保護方法を適用して構成したスイッチング電源回路の概略構成を示す回路図である。

【 0 0 4 2 】

なお、図 1 において、図 7 に示した従来回路と同様の機能を果たす部分には説明の便宜上、図 7 で用いた符号と同一の符号を付する。

【 0 0 4 3 】

図1において、このスイッチング電源回路は、図7に示した従来のスイッチング電源回路と同様に、降圧型DC-DCコンバータを構成するもので、入力電源10から出力される直流電源電流をスイッチング素子であるトランジスタ（電界効果トランジスタ）20をコントロール回路200からの駆動パルスDP'によりオン、オフ制御することにより降圧し、これをインダクタ30、ダイオード40からなる整流回路で整流して出力端子50から図示しない負荷へ出力する。

【0044】

ここで、コンデンサ60は、出力端子50から出力される直流電圧を平滑するものであり、また、抵抗70および抵抗80は、出力端子50から出力される直流電圧を分圧して検出するもので、この抵抗70および抵抗80により検出された検出電圧はフィードバック信号FBとしてコントロール回路200に加えられる。

【0045】

また、抵抗90は、トランジスタ20がオフ制御されたときに、ダイオード40、インダクタ30を経由して流れるフライホール電流I-Lを検出するためのものである。

【0046】

コントロール回路200は、PWM（パルス幅変調）回路210、過電流保護回路220、電流検出回路230を具備して構成される。

【0047】

ここで、PWM回路210は、フィードバック信号FBに基づきトランジスタ20をオン、オフ制御するための駆動パルスDP（PWMパルス）を所定周期のクロックパルスCKに同期して生成する。

【0048】

また、電流検出回路230は、抵抗90の電圧降下を利用してダイオード40、インダクタ30を経由して流れるフライホール電流I-Lを検出する。

【0049】

過電流保護回路220は、トランジスタ20を流れる電流I-Hを常に監視し、トランジスタ20を流れる電流I-Hが予め設定した所定値を越えるとPWM

回路 2 1 0 から出力される駆動パルス DP をマスクしてトランジスタ 2 0 をオフに制御する過電流保護動作を行うとともに、該過電流保護動作時には、電流検出回路 2 3 0 で検出されるフライホイール電流 I-L が略零になるまで、トランジスタ 2 0 のオンを停止する制御を行う。

【0 0 5 0】

図 2 は、図 1 に示したコントロール回路 2 0 0 の過電流保護回路 2 2 0 および電流検出回路 2 3 0 の詳細構成を示す回路図である。

【0 0 5 1】

図 2 において、過電流保護回路 2 2 0 は、トランジスタ 2 0 を流れる電流 I-H を常に監視し、トランジスタ 2 0 を流れる電流 I-H が予め設定した所定値を越えると過電流検出信号 OCD を出力する過電流検出回路 2 2 1、過電流検出回路 2 2 1 から出力される過電流検出信号 OCD がセット端子 S に加えられ、リセット端子 R に端子 2 1 2 からのクロックパルス CK が加えられるフリップフロップ 2 1 3、PWM 回路 2 1 0 から出力される駆動パルス（PWM パルス）DP およびフリップフロップ 2 1 3 の反転出力 GS 1 が加えられるアンド回路 2 1 4、電流検出回路 2 3 0 から出力されたフライホイール電流検出信号 IF を反転するインバータ 2 1 7、インバータ 2 1 7 から出力される信号の立ち上りエッジを検出するエッジ検出回路 2 1 7、過電流検出回路 2 2 1 から出力される過電流検出信号 OCD がセット端子 S に加えられ、リセット端子 R にエッジ検出回路 2 1 7 の出力が加えられるフリップフロップ 2 1 8、アンド回路 2 1 4 の出力およびフリップフロップ 2 1 8 の反転出力 GS 2 が加えられるアンド回路 2 1 5、アンド回路 2 1 5 の出力を反転して駆動パルス DP' としてトランジスタ 2 0 のゲートに加えるインバータ 2 1 9 を具備する。

【0 0 5 2】

また、電流検出回路 2 3 0 は、ダイオード 4 0 と抵抗 9 0 の接続点がプラス端子に接続され、マイナス端子にフライホイール電流 I-L を検出するための基準電圧 V 2 を発生する電源 2 3 2 が接続されるオペアンプ 2 3 1 を具備する。

【0 0 5 3】

なお、PWM 回路 2 1 0 は、図 7 に示した PWM 回路 1 1 0 と同一構成であり

、また、過電流検出回路 221 は、図 9 に示した過電流検出回路 121 と同様の構成のものを用いることができる。

【0054】

さて、図 2 に示す回路において、電流検出回路 230 は、トランジスタ 20 がオフ制御されたときに、ダイオード 40、インダクタ 30 を経由して流れるフライホイール電流 $I-L$ をオペアンプ 231 により検出する。

【0055】

すなわち、オペアンプ 231 には、プラス端子にフライホイール電流 $I-L$ に基づく抵抗 90 による電圧降下に対応する電位が入力され、マイナス端子に接地電位から基準電圧 $V2$ を差し引いた電位 ($GND-V2$) が入力されるので、フライホイール電流 $I-L$ に基づく抵抗 90 による降下電圧が基準電圧 $V2$ より大きくなると、オペアンプ 231 からはこのときハイレベルとなるフライホイール電流検出信号 $I-F$ が出力される。

【0056】

ここで、基準電圧 $V2$ を零にすれば、フライホイール電流 $I-L$ が生じてから零に減衰するまでの間ハイレベルとなるフライホイール電流検出信号 $I-F$ が出力され、基準電圧 $V2$ が一定の値であれば、フライホイール電流 $I-L$ がこの一定の値に対応する電流以上になった時点からこの一定の値に対応する電流に減衰するまでの間ハイレベルとなるフライホイール電流検出信号 $I-F$ が出力される。

【0057】

このフライホイール電流検出信号 $I-F$ は、過電流保護回路 220 のインバータ 216 で反転され、その立ち上りエッジがエッジ検出回路 217 で検出され、この検出タイミングでエッジ検出回路 217 からはエッジ検出パルス $I-F-E$ が出力される。このエッジ検出パルス $I-F-E$ は、フリップフロップ 218 のリセット端子 R に加えられる。

【0058】

すなわち、フリップフロップ 218 には、セット端子 S に過電流検出回路 221 から出力される過電流検出信号 OCD が加えられ、リセット端子 R にエッジ検出パルス $I-F-E$ が加えられているので、フリップフロップ 218 は、過電流検出

回路 221 でトランジスタ 20 を流れる電流 $I-H$ の過電流を検出したタイミングでセットされ、フライホイール電流検出信号 $I F$ が基準電圧 $V 2$ に対応する値まで低下したタイミングでリセットされる。

【0059】

また、フリップフロップ 213 には、セット端子 S に過電流検出回路 221 から出力される過電流検出信号 $O C D$ が加えられ、リセット端子 R にクロックパルス $C K$ が加えられているので、フリップフロップ 213 は、過電流検出回路 221 でトランジスタ 20 を流れる電流 $I-H$ の過電流を検出したタイミングでセットされ、クロックパルス $C K$ 、すなわち、PWM 回路 210 から次に駆動パルス $D P$ が立ち上がるタイミングでリセットされる。

【0060】

そして、PWM 回路 210 から出力される駆動パルス $D P$ は、アンド回路 214 でフリップフロップ 213 がセットされている間禁止され、更に、アンド回路 215 でフリップフロップ 218 がセットされている間禁止されるので、結局、PWM 回路 210 から出力される駆動パルス $D P$ は、過電流検出回路 221 で過電流を検出したタイミングから、フライホイール電流検出信号 $I F$ が基準電圧 $V 2$ に対応する値まで低下したタイミングまでその出力が禁止される。

【0061】

したがって、トランジスタ 20 は、過電流検出回路 221 で過電流を検出したタイミングから、フライホイール電流検出信号 $I F$ が基準電圧 $V 2$ に対応する値まで低下したタイミングの次にクロックパルス $C K$ が立ち上がるタイミングまでオン動作しない。

【0062】

図 3 は、図 1 および図 2 に示したスイッチング電源回路の過電流保護動作を説明するタイミングチャートである。

【0063】

図 1 および図 2 に示したスイッチング電源回路において、図 3 (b) に示すように負荷短絡が生じ、その出力電圧 $V o u t$ が零になったとすると、トランジスタ 20 を流れる電流 $I-H$ は、図 3 (f) に示す PWM 回路 210 から出力され

る駆動パルス DP の立ち上がりタイミングから、図 3 (a) に示すように、順次増加して、過電流検出回路 221 の過電流検出値 I_{ocp} を越える。

【0064】

トランジスタ 20 を流れる電流 $I-H$ が、過電流検出値 I_{ocp} を越えている間、過電流検出回路 221 からはハイレベルの過電流検出信号 OCD が出力される (図 3 (c) 参照)。

【0065】

そして、トランジスタ 20 がオフに制御されると、ダイオード 40 を経由して、図 3 (a) に点線で示すように、フライホール電流 $I-L$ が流れる。

【0066】

このフライホール電流 $I-L$ は、電流検出回路 230 で検出され、電流検出回路 230 からは、図 3 (g) に示すように、フライホール電流が生じてから零に減衰するまでの間ハイレベルとなるフライホール電流検出信号 IF が生じる。なお、図 3 においては、図 2 に示した電流検出回路 230 において、基準電圧 V_2 を零にした場合を示している。

【0067】

フライホール電流検出信号 IF は、過電流保護回路 220 のインバータ 216 で反転され、このインバータ 216 の出力の立ち上がりがエッジ検出回路 217 で検出されるので、エッジ検出回路 217 からは、フライホール電流 $I-L$ が零まで減衰したタイミングで、図 3 (h) に示すように、エッジ検出パルス IFE を出力する。

【0068】

このエッジ検出パルス IFE は、フリップフロップ 218 のリセット端子 R に加えられ、また、このフリップフロップ 218 のセット端子 S には、過電流検出回路 221 から出力される過電流検出信号 OCD が加えられているので、フリップフロップ 218 の反転出力端子からは、図 3 (i) に示すように、過電流検出回路 221 で過電流が検出されてからフライホール電流 $I-L$ が零に減衰するまでの間ローレベルとなるゲート信号 GS2 が出力される。

【0069】

また、フリップフロップ 2 1 3 には、セット端子 S に過電流検出回路 2 2 1 から出力される過電流検出信号 O C D が加えられ、リセット端子 R にクロックパルス C K が加えられているので、フリップフロップ 2 1 3 の反転出力端子からは、図 3 (d) に示すように、過電流検出回路 2 2 1 で過電流が検出されてから次のクロックパルス C K が立ち上がるまでの間ローレベルとなるゲート信号 G S 1 が出力される。

【 0 0 7 0 】

このゲート信号 G S 1 は、他の入力端子に PWM 回路 2 1 0 から出力される駆動パルス D P (図 3 (f) 参照) が加えられるアンド回路 2 1 4 に加えられ、また、上記ゲート信号 G S 2 は、他の入力端子にアンド回路 2 1 4 の出力が加えられるアンド回路 2 1 5 に加えられるので、PWM 回路 2 1 0 から出力される駆動パルス D P は、過電流検出回路 2 2 1 で過電流が検出されてからフライホール電流 I - L が零に減衰するまでの間マスクされる。

【 0 0 7 1 】

これにより、駆動パルス D P ' のオンデューティ時間が、図 3 (j) に示すように最小時間 T m i n まで小さくなっていたとしても、アンド回路 2 1 5 の出力を反転するインバータ 2 1 9 からは、図 3 (j) に示す駆動パルス D P ' が出力され、この駆動パルス D P ' でトランジスタ 2 0 が制御されるので、これにより、インダクタ 3 0 の飽和電流値に係わらず、インダクタ 3 0 の電流重畳により回路素子が破壊するまで過電流は生じない。

【 0 0 7 2 】

また、この実施の形態のスイッチング電源回路においては、フライホール電流 I - L が零若しくは電流重畳による回路素子が破壊するまで過電流は生じない程度の値まで減少してから次のトランジスタ 2 0 がオン制御されるので、起動時においても起動時間を十分短くすることができ、また、負荷急変に対する応答性も損なわれない。

【 0 0 7 3 】

図 4 は、この発明に係わるスイッチング電源回路の他の実施の形態を示す回路図である。

【0074】

この図4に示すスイッチング電源回路は、図1に示したスイッチング電源回路のダイオード40をPWM回路210の出力によりオンオフ制御されるトランジスタ（電界効果トランジスタ）91で置き換えた動機整流タイプのスイッチング電源回路を構成しており、コントロール回路200の電流検出回路は、フライホール電流 $I-L$ をこのトランジスタ（電界効果トランジスタ）91のオン抵抗を利用して検出している。その他の構成は、図1に示したスイッチング電源回路と同じである。

【0075】

すなわち、トランジスタ91は、PWM回路210の出力によりトランジスタ20がオフに制御されるとオンになる。そして、フライホール電流 $I-L$ は、このオンとなったトランジスタ91を経由して流れるが、このとき、トランジスタ91に生じるオン抵抗を利用してコントロール回路200の電流検出回路はこのフライホール電流 $I-L$ を検出する。

【0076】

図5は、図4に示したコントロール回路200の過電流保護回路220および電流検出回路230の詳細構成を示す回路図である。

【0077】

ここで、過電流保護回路220および電流検出回路230の構成は図2に示した過電流保護回路220および電流検出回路230と同一であるが、図5に示した電流検出回路230においては、オペアンプ231のプラス端子にトランジスタ91のソースが接続されている点が図2のものと異なり、他の構成は、図2のものと同一である。

【0078】

すなわち、この構成において、オペアンプ231には、プラス端子にフライホール電流 $I-L$ に基づくトランジスタ91のオン抵抗による電圧降下に対応する電位が入力され、マイナス端子に接地電位から基準電圧 V_2 を差し引いた電位（ $GND-V_2$ ）が入力されるので、フライホール電流 $I-L$ に基づく抵抗90による降下電圧が基準電圧 V_2 より大きくなると、オペアンプ231からはこ

のときハイレベルとなるフライホイール電流検出信号 I F が出力される。

【0079】

図6は、図5に示した電流検出回路230の変形例を示した回路図である。

【0080】

図5に示した電流検出回路230では、トランジスタ91のソースを直接オペアンプ231のプラス端子に入力してフライホイール電流 I-L を検出するように構成したが、図6の電流検出回路230では、トランジスタ91とカレントミラー回路を構成するトランジスタ（電界効果トランジスタ）233を設けるとともに、このトランジスタ233のドレインに抵抗234を接続し、この抵抗234の電圧降下を利用してフライホイール電流 I-L を検出する。その他の構成は図5に示した回路と同じである。

【0081】

すなわち、この構成において、トランジスタ233およびトランジスタ91のゲートにはPWM回路210の出力が共通に加えられているので、トランジスタ233には、トランジスタ91を流れるフライホイール電流 I-L に対応した電流が流れる。

【0082】

そして、トランジスタ233を流れる電流は、抵抗234の電圧降下により検出され、オペアンプ231のプラス端子に加えられる。また、オペアンプ231のマイナス端子には、接地電位から基準電圧 V2 を差し引いた電位（GND-V2）が入力されているので、フライホイール電流 I-L に基づく抵抗234による降下電圧が基準電圧 V2 より大きくなると、オペアンプ231からはこのときハイレベルとなるフライホイール電流検出信号 I F が出力される。

【0083】

上記図4乃至図5の構成によっても、図1および図2に示した構成と同様な過電流保護が実現できる。

【0084】

【発明の効果】

以上説明したようにこの発明によれば、所定周期のクロックパルスに基づき生

成される駆動パルスにより入力電源をオンオフ制御するスイッチング素子を有し、該スイッチング素子のオン制御により入力電源から負荷に対して電流を流し、該スイッチング素子のオフ制御により負荷に対してフライホイール電流を流すスイッチング電源回路において、スイッチング素子を流れる電流が所定の値を越えたことを過電流検出手段により検出するとともに、フライホイール電流をフライホイール電流検出手段により検出し、過電流検出手段の検出出力に基づきスイッチング素子をオフ制御する過電流保護動作を行い、該過電流保護動作時には、フライホイール電流検出手段により検出されたフライホイール電流が略零になった後のクロックパルスのタイミングでスイッチング素子をオン制御するように構成したので、起動時間が速く、負荷急変に対する応答に優れ、かつ過電流からの回路素子等の破壊を確実に保護することができるスイッチング電源回路およびその過電流保護方法を提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明に係わるスイッチング電源回路およびその過電流保護方法を適用して構成したスイッチング電源回路の概略構成を示す回路図である。

【図 2】

図 1 に示したコントロール回路の過電流保護回路および電流検出回路の詳細構成を示す回路図である。

【図 3】

図 1 および図 2 に示したスイッチング電源回路の過電流保護動作を説明するタイミングチャートである。

【図 4】

この発明に係わるスイッチング電源回路の他の実施の形態を示す回路図である。

【図 5】

図 4 に示したコントロール回路の過電流保護回路および電流検出回路の詳細構成を示す回路図である。

【図 6】

図 5 に示した電流検出回路の変形例を示した回路図である。

【図 7】

従来のスイッチング電源回路の一例を示す回路図である。

【図 8】

図 7 に示したスイッチング電源回路の過電流保護回路の一例を示す回路図である。

【図 9】

図 8 に示した過電流検出回路の一例を示した回路図である。

【図 1 0】

図 7 乃至図 9 に示した回路の動作を示すタイミングチャートである。

【図 1 1】

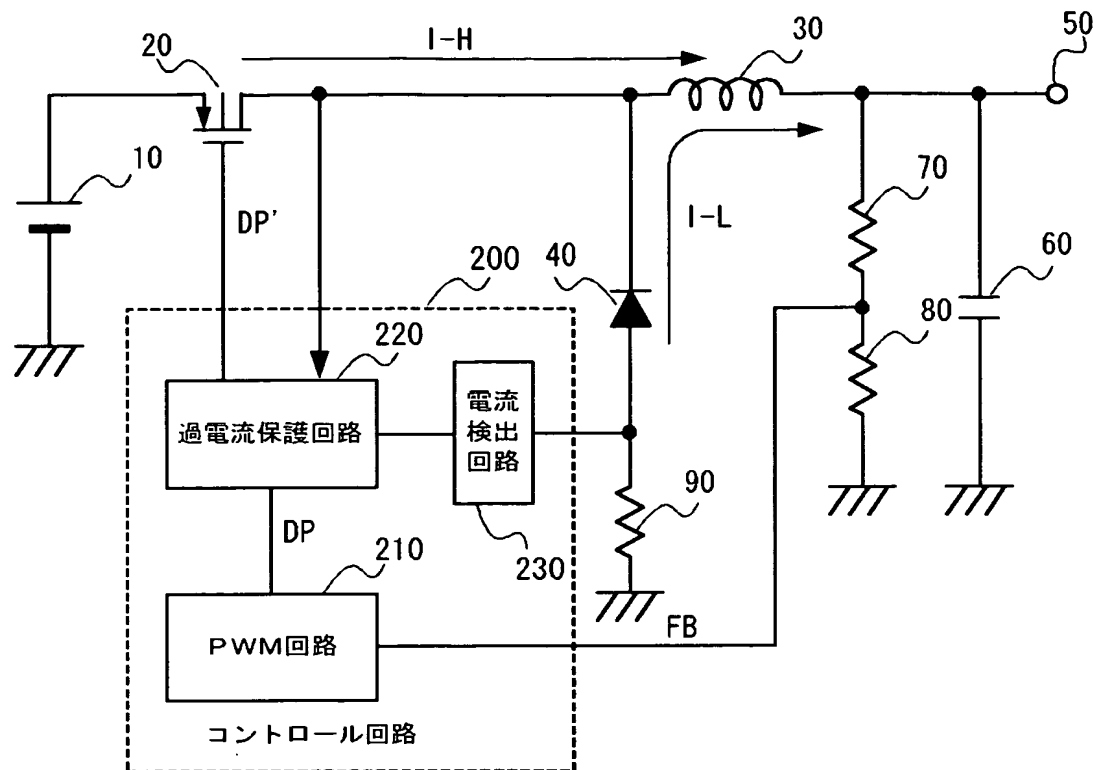
従来の過電流保護回路の不都合を説明するタイミングチャートである。

【符号の説明】

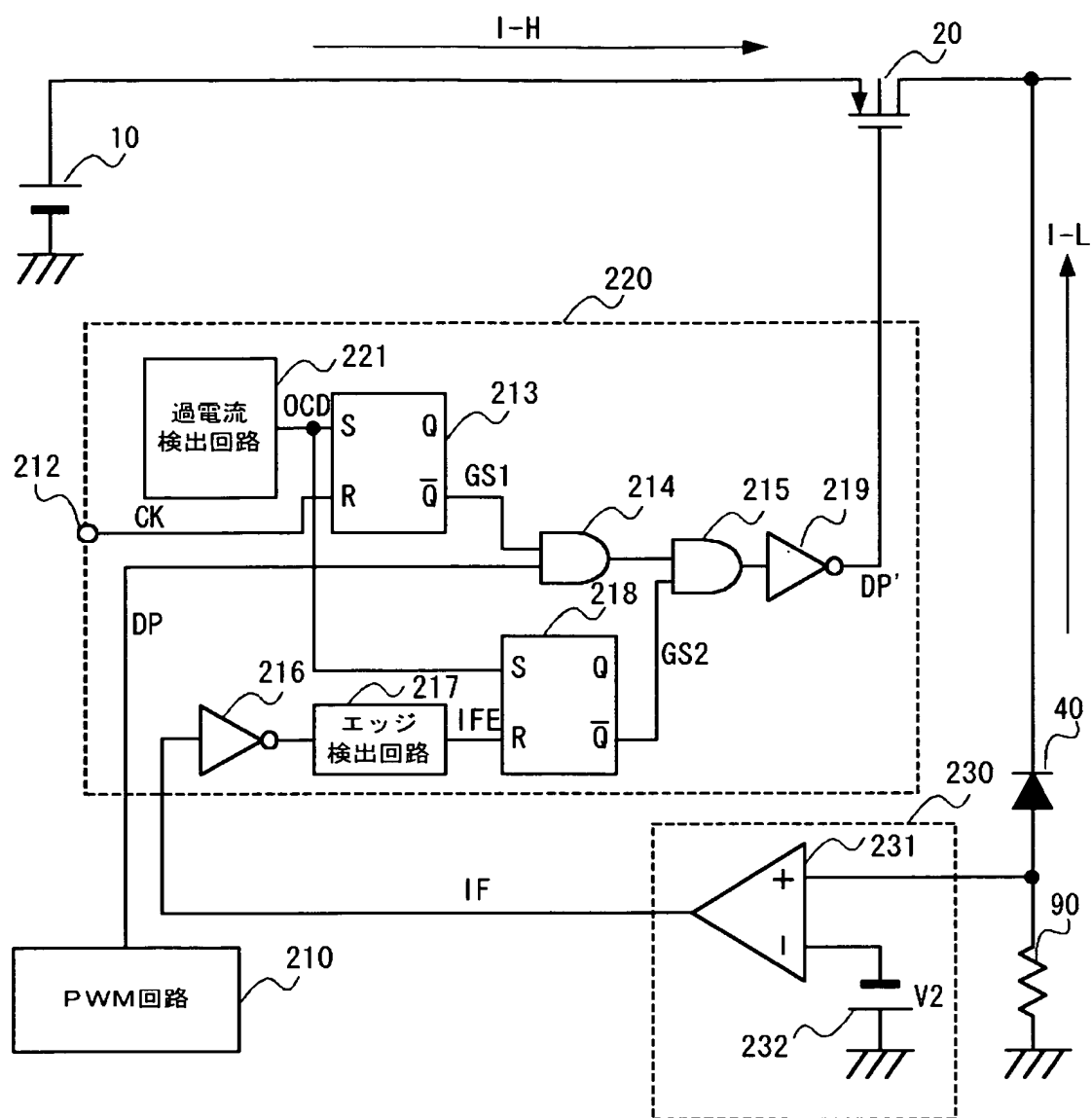
- 1 0 入力電源
- 2 0 トランジスタ（電界効果トランジスタ）
- 3 0 インダクタ
- 4 0 ダイオード
- 5 0 出力端子
- 6 0 コンデンサ
- 7 0 抵抗
- 8 0 抵抗
- 9 0 抵抗
- 2 0 0 コントロール回路
- 2 1 0 P W M（パルス幅変調）回路
- 2 2 0 過電流保護回路
- 2 3 0 電流検出回路

【書類名】 図面

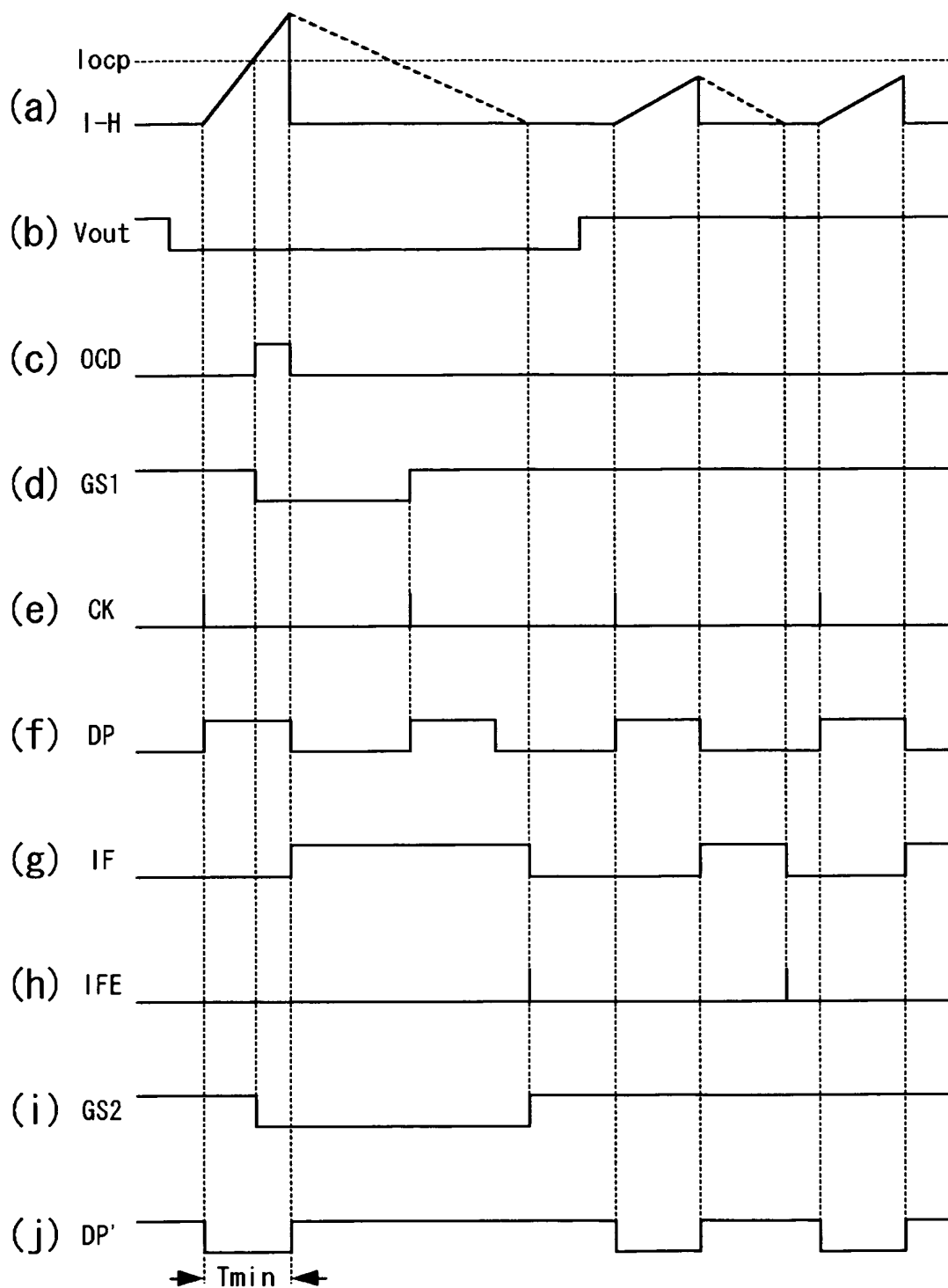
【図 1】



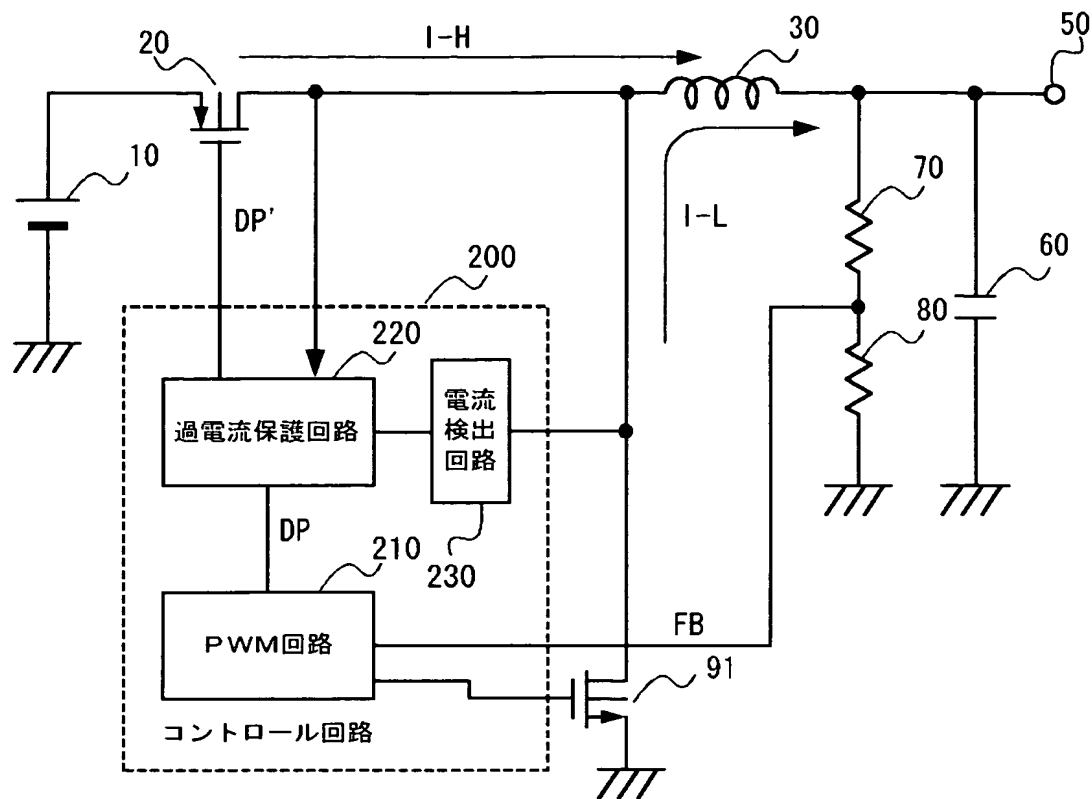
【図 2】



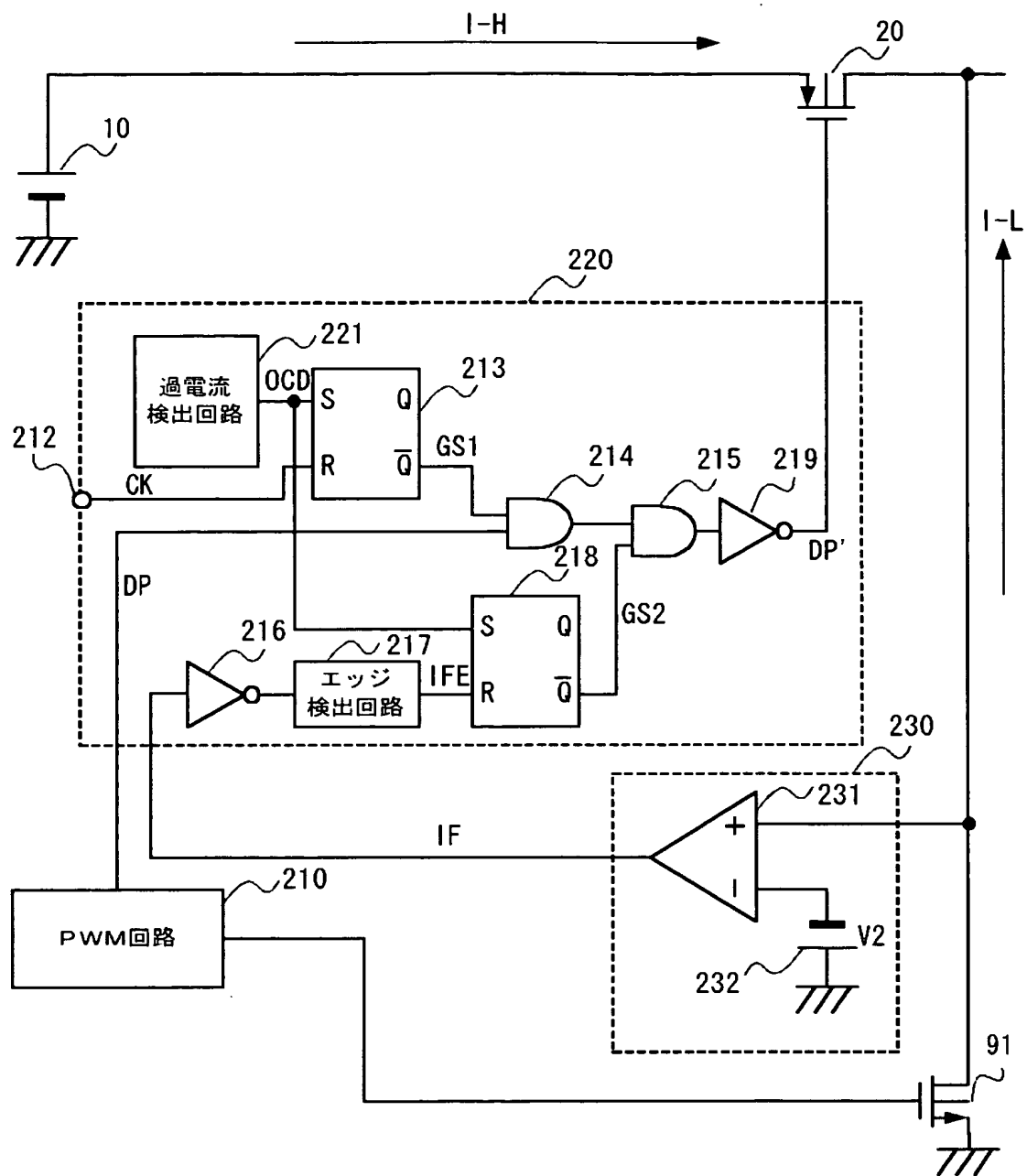
【図 3】



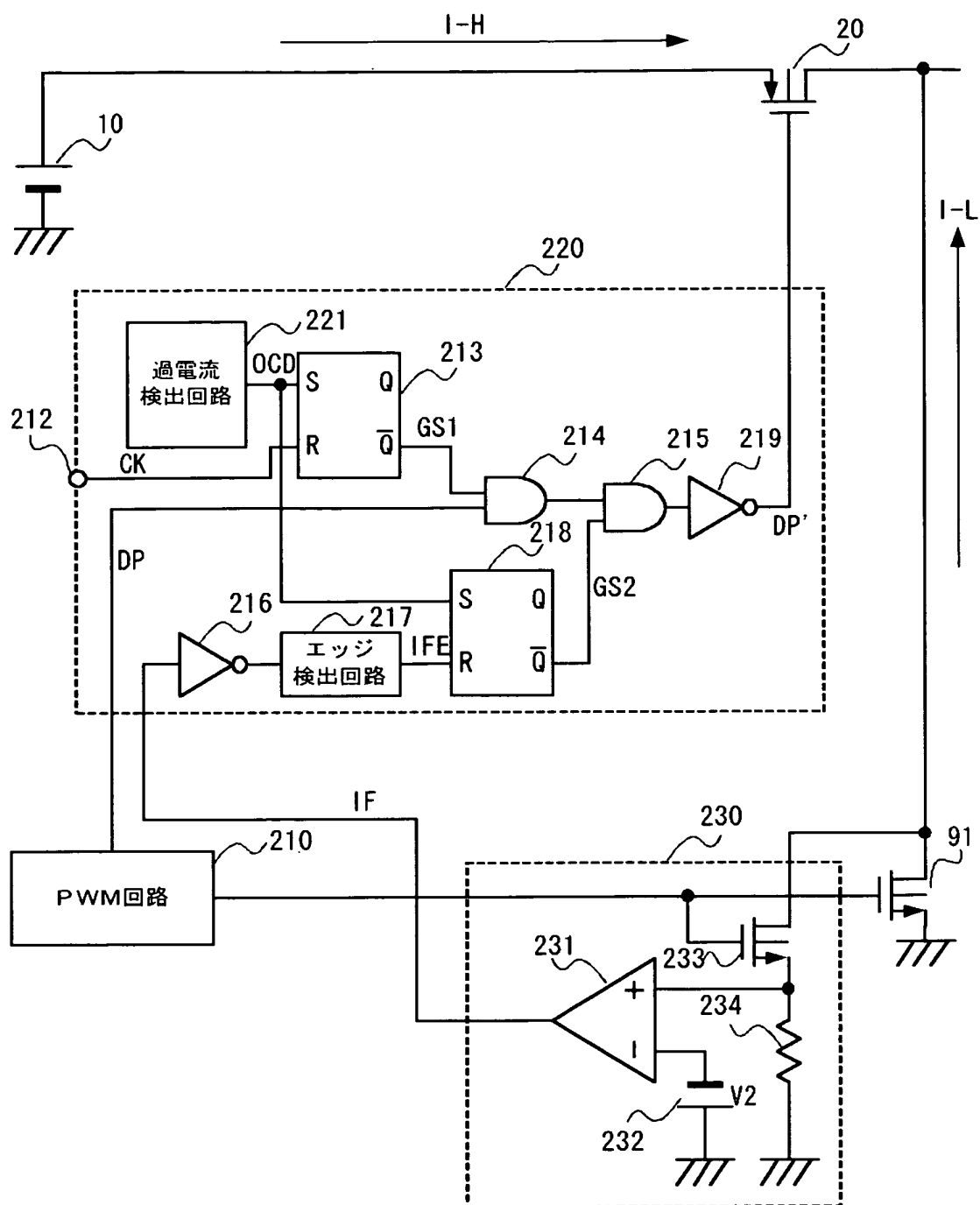
【図 4】



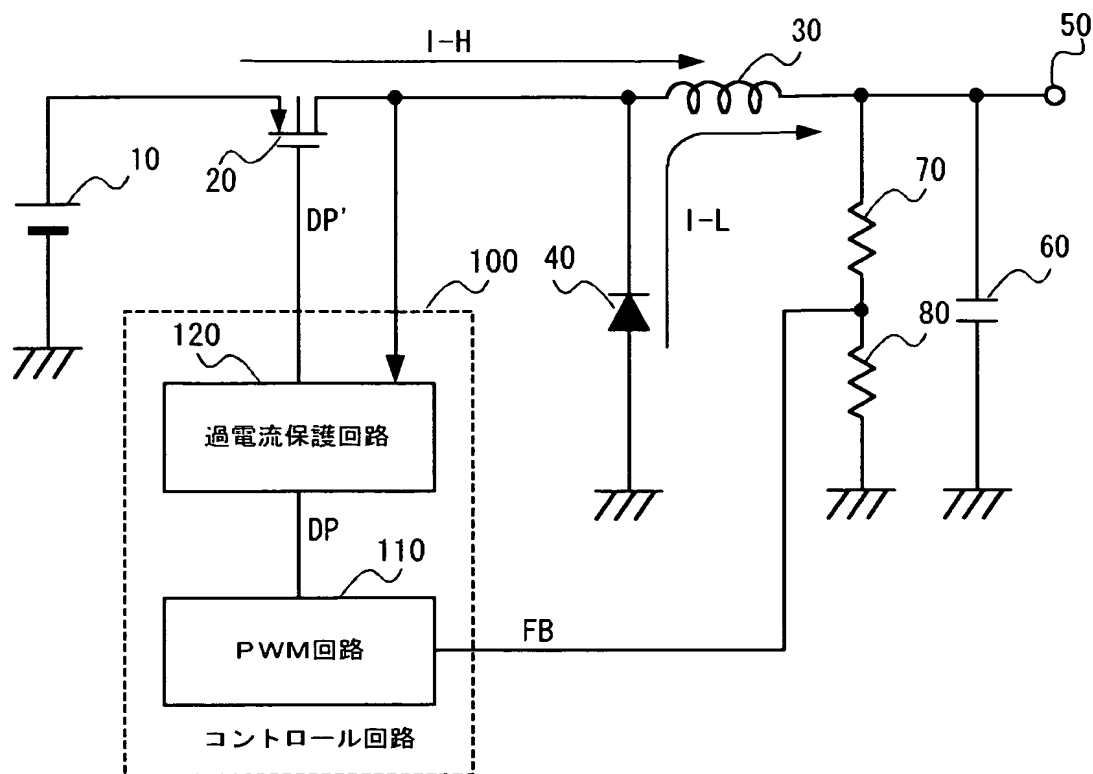
【図 5】



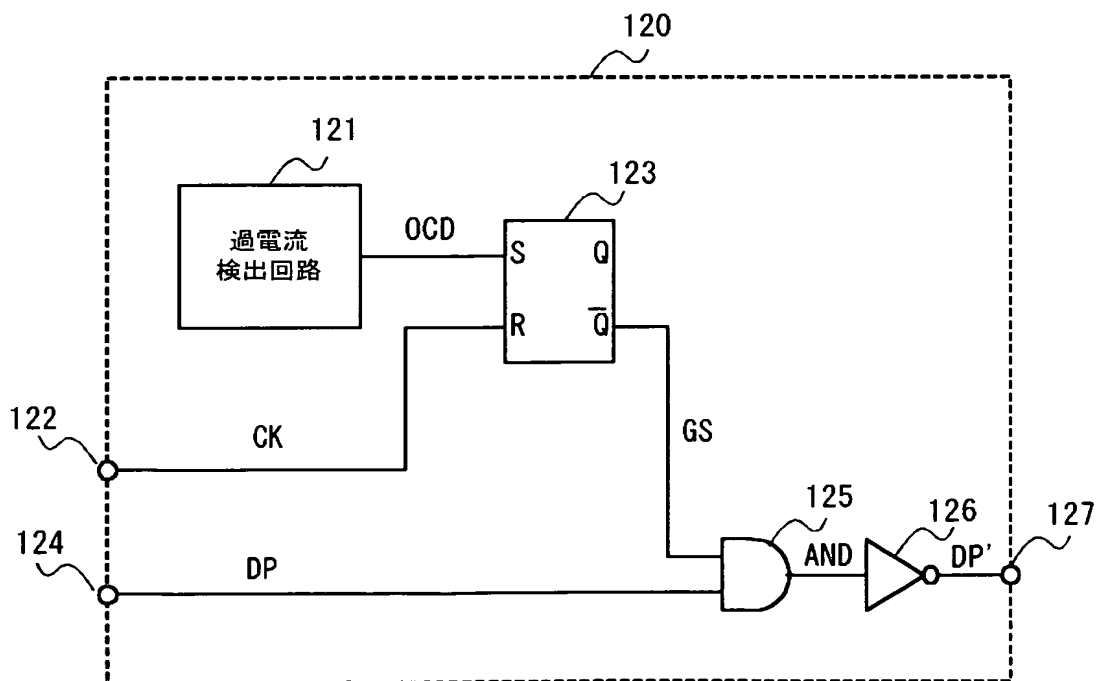
【圖 6】



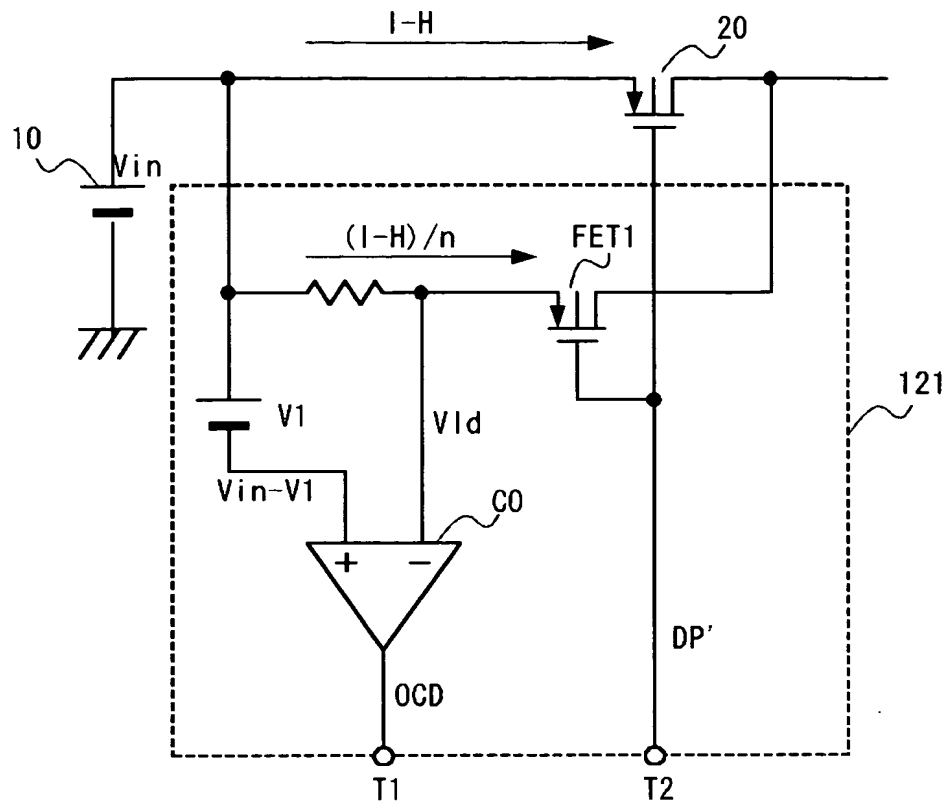
【図 7】



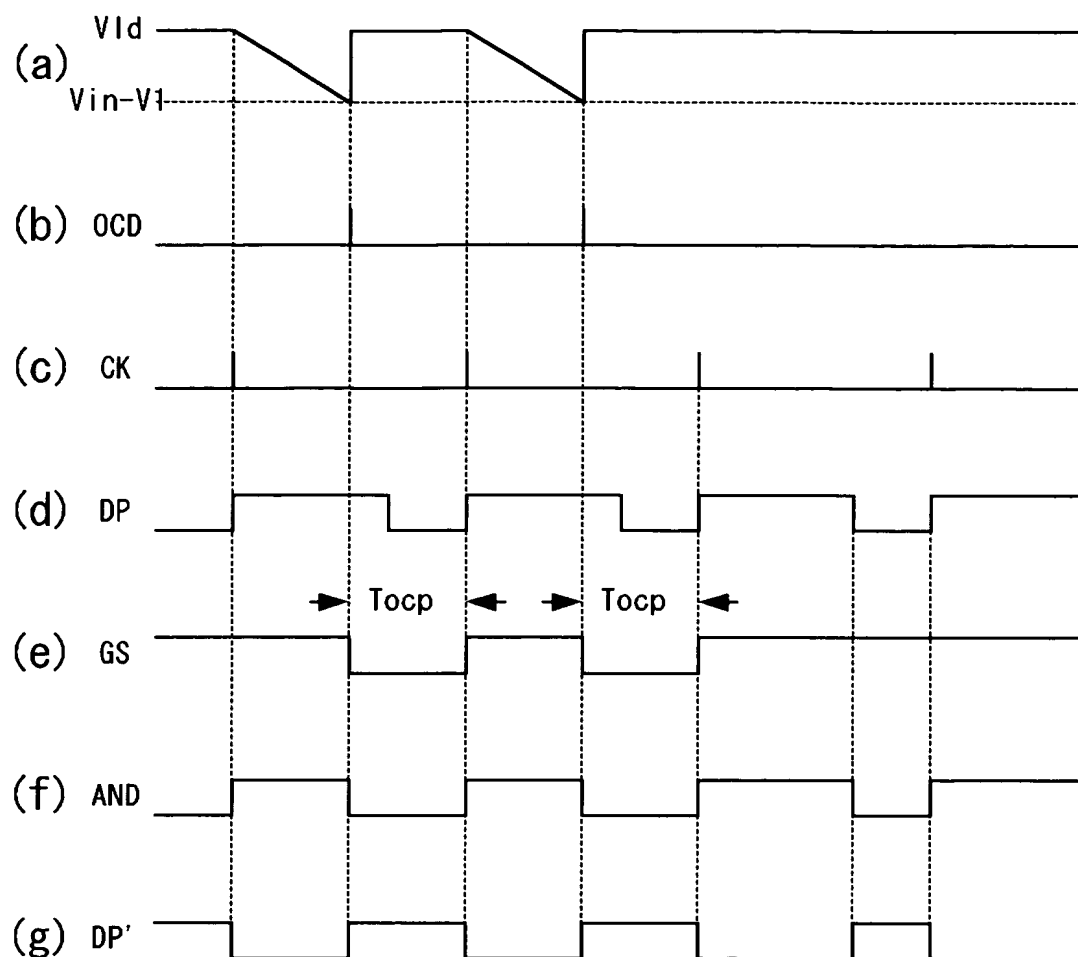
【図 8】



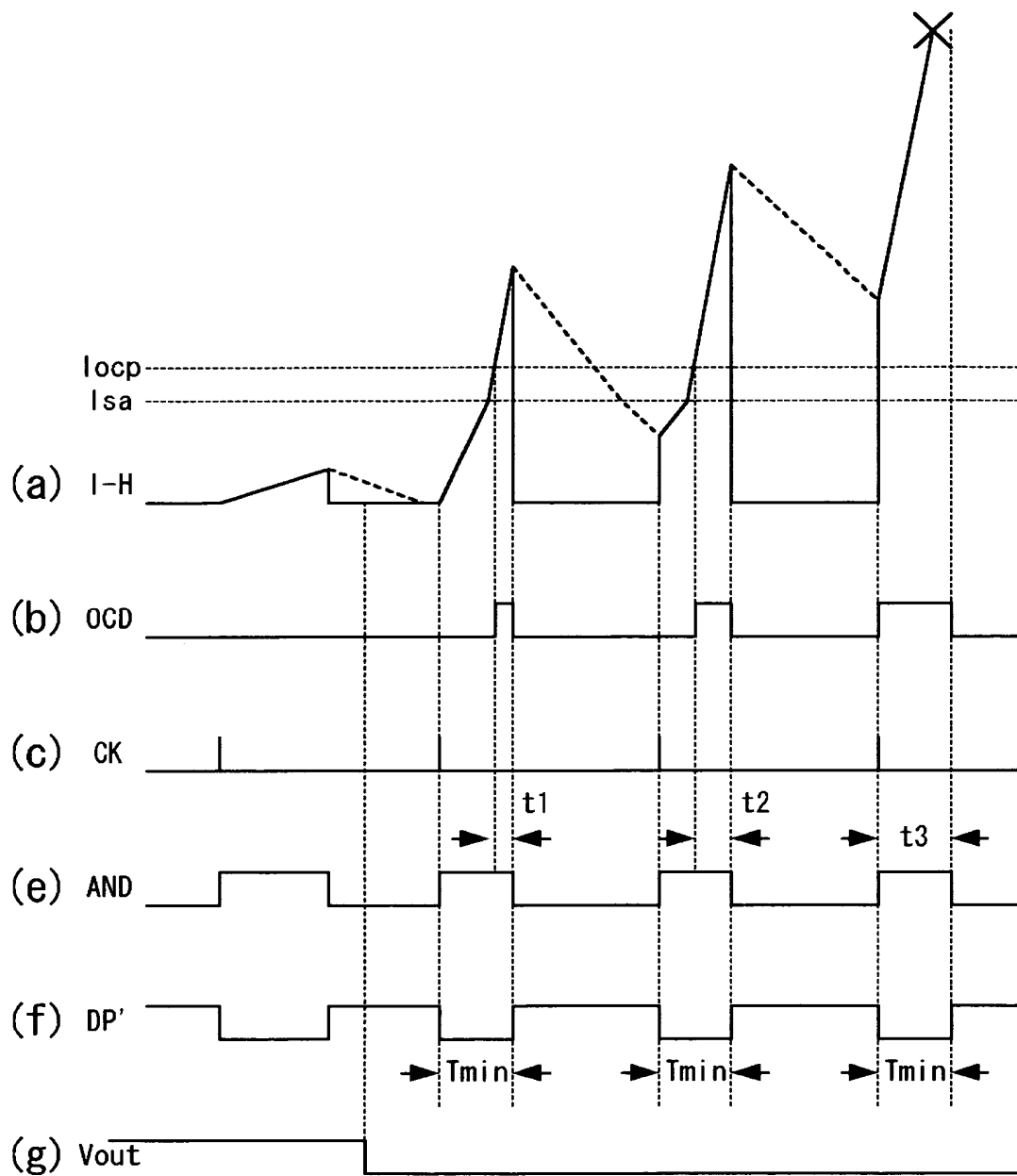
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】 起動時間が速く、負荷急変に対する応答に優れ、かつ過電流からの回路素子等の破壊を確実に保護することができるようにしたスイッチング電源回路およびその過電流保護方法を提供する。

【課題】 入力電源 1 0 をオンオフ制御するトランジスタ 2 0 を流れる電流が所定の値を越えたことを過電流検出回路 2 2 1 により検出するとともに、フライホイール電流を電流検出回路 2 3 0 により検出し、過電流検出回路 2 2 1 の検出出力に基づきトランジスタ 2 0 をオフ制御する過電流保護動作を行い、該過電流保護動作時には、電流検出回路 2 3 0 により検出されたフライホイール電流が略零になった後のクロックパルス C K のタイミングでトランジスタ 2 0 をオン制御する。

【解決手段】

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 3 3 2 1 2
受付番号	5 0 3 0 0 7 8 0 0 9 5
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 5 月 3 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 5月12日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 3 3 2 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 0 4 2 8 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号

氏 名

太陽誘電株式会社